Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Berlin,
Abteilung für Zahnerhaltung
Leiter: Prof. Dr. Wannenmacher

Die Resorption der Wurzeln an Milchzähnen mit lebender und mit toter Pulpa

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des

Zahnärztlichen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Hildegard Radünz
Zahnärztin aus Dramburg

Tag der Promotion: 20. Dezember 1940

Druck: Karl und Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44

M 367

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Doz. Dr. Harndt
Korreferent: Prof. Dr. Wannenmacher

Die im Original vorhandenen histologischen Bilder sind aus drucktechnischen Gründen in Fortfall gekommen. Die Originalarbeit mit den Abbildungen kann aus der Bibliothek des Zahnärztlichen Instituts der Universität, Berlin NW 40, Invalidenstr. 87/89, ausgeliehen werden.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Die Resorption der Milchzahnwurzeln und damit der durch sie eingeleitete Vorgang des Zahnwechsels sind eine einzigartige physiologische Erscheinung, die darin besteht, daß ein Organ, Milchzahn, zum großen Teil vom Körper aufgelöst wird und ein völlig neues, ähnliches, kräftigeres Gebilde, bleibender Zahn, an seine Stelle tritt. Während alle übrigen Gewebe mit der Entwicklung des menschlichen Körpers Schritt halten, d. h. sich Alter und Zweckaufgabe entsprechend aufbauen und formen, zeigt abweichend hiervon der Milchzahn, der ja schon relativ frühzeitig fertig ausgebildet und mineralisiert ist, in seiner äußeren Form kein weiteres Wachstum. Das Milchgebiß ist nicht für die Dauer geschaffen. Es ist vielmehr als ein Provisorium anzusehen, welches wegen seiner geringen Größe — letzteres wird besonders augenfällig z. Zt. der physiologischen Lückenbildung im Frontzahnbereich — und seiner weichen Struktur (Keßler) nicht den Anforderungen genügt, die der Erwachsene an sein Gebiß stellen muß. Darum ist die Resorption der Milchzahnwurzeln und der darauf folgende Zahnwechsel eine naturgegebene Notwendigkeit.

Tatsächlich beginnt zu demselben Zeitpunkt, an welchem die physiologische Lückenbildung, hervorgerufen durch die ständige Vergrößerung des kindlichen Kiefers, einsetzt, der Abbau der Wurzeln der Milchschneidezähne. Beides geschieht ungefähr im vierten Lebensjahr.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß, wenn einmal ein bleibender Zahn nicht angelegt ist, der Kiefer an dieser Stelle im Wachstum zurückbleibt, d. h. die physiologische Lückenbildung nicht eintritt. Der Zahnkeim scheint also einen nutritiven Reiz auf den Kiefer auszuüben. Ebenso tritt bei fehlender Anlage des Ersatzzahnes eine Aenderung in der Resorption des Milchzahnes ein in der Form, daß sie meistens viel langsamer verläuft, bis ins spätere Lebensalter sich erstreckend. Es kommt sogar vor, daß die Resorption vollkommen ausbleibt, und der Milchzahn während des ganzen Lebens im Kiefer voll funktionsfähig stehen bleibt.

Der Resorptionsvorgang an den Milchzahnwurzeln hat sowohl in der Vergangenheit als auch in der Gegenwart die wissenschaftliche Forschung interessiert; trotzdem ist der Prozeß bis heute noch nicht restlos geklärt. Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, die Vorgänge, die sich bei der Resorption abspielen, aufzuzeigen und dabei in erster Linie die Bedeutung der gesunden Pulpa hierfür in vollem Umfange zu erfassen suchen. Ferner gilt es, die Auswirkungen zu ermitteln, die der Untergang des Pulpagewebes auf den normalen Ablauf der Resorption haben kann. Es soll zunächst aus der einschlägigen Literatur ein Ueberblick über den Stand der Fragen und die bestehenden Ansichten gegeben werden. Anschließend folgt sodann die Beschreibung meiner Untersuchungen und der dabei gemachten Beobachtungen. Im weiteren Verlauf der Arbeit soll das vorliegende Schrifttum einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. Zum Schluß werde ich auf die klinische Bedeutung meiner Beobachtungen zu sprechen kommen.

Uebersicht über die vorhandene Literatur.

Während man in jedem größeren Werk über Kinderzahnheilkunde aus der zahnärztlichen Literatur ein mehr oder weniger ausführliches Kapitel über die physiologische Resorption an vitalen Milchzähnen vorfindet, wobei häufig auch kurz auf die Histologie dieses Vorganges eingegangen wird, sind über den Aufsaugungsprozeß an devitalen Zähnen relativ wenig Arbeiten vorhanden. Die spärlichen Angaben hierüber stützen sich in der Hauptsache auf makroskopische Beobachtungen an extrahierten Milchzähnen und klinische Erfahrungen. Histologische Studien sind hierüber kaum vorhanden.

Es ist von historischem Interesse, zu wissen, daß bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts gelehrt wurde, die Milchzähne seien wurzellos. 1743 gelang es Bunon als erstem das Vorhandensein der Milchzahnwurzeln nachzuweisen. Den Vorgang ihres Schwundes deutete er als ein mechanisches Abscheuern, als ein Abnutzen durch den Druck des nachfolgenden Keimes. Kurze Zeit darauf veröffentlichte

Bourdet die Beobachtung eines gallertartigen, blutreichen Gewebes unter dem resorbierten Milchzahn, das er als „Fungosität" bezeichnet, und dem er eine aktive Bedeutung beim Resorptionsvorgang zuschreibt.

In der nun folgenden Zeitperiode wurden die verschiedensten Behauptungen über Art und Herkunft des Resorptionsgewebes aufgestellt. Das Zahnsäckchen des bleibenden Zahnkeimes sollte sich in ein absorbierendes Organ umwandeln und den ganzen Resorptionsprozeß besorgen (Robin, Retzius). Redier, Lieberkühn und Zuckerkandel bestätigen diesen Befund, messen aber außerdem dem Milchzahnperiodontium bereits eine absorbierende Tätigkeit zu. Eine zweite Reihe von Beobachtern bestreitet überhaupt irgendwelche Resorptionstätigkeit von seiten des Zahnsäckchens und sieht allein die Wurzelhaut des Milchzahnes als Bildungsstätte des Resorptionsgewebes an, (Kehrer, Treuenfels). Baume und Braadt beschreiben das Resorptionsorgan als Granulationsgewebe, das allein dem Marke des den Milchzahn umgebenden Knochens entstamme. Wedel wiederum hält das Bindegewebe der Wurzelhaut und das des Knochenmarkes für die aktiven Faktoren beim Resorptionsprozeß, während Delabarre und Waldeyer sie in der Wurzelhaut und Pulpa des Milchzahnes suchen.

Der Sitz des Resorptionsgewebes war also bereits in jedes der zwischen Keim und Milchzahn überhaupt in Frage kommenden Gewebe verlegt worden: Zahnsäckchen, Knochenmark, Wurzelhaut und Pulpa des Milchzahnes.

Es ist das Verdienst Kallhardts in die Verworrenheit und Verschiedenheit der einzelnen Ansichten und Vorstellungen Licht und Ordnung gebracht zu haben. Er faßt das Ergebnis seiner Untersuchungen wie folgt zusammen: „Die Einleitung des Resorptionsprozesses im Umkreise des Keimes geht vom Zahnsäckchen aus; diesem schließt sich im weiteren Verlauf die Wurzelhaut und auf der Höhe des Durchbruches die Pulpa des Milchzahnes an, und zwar in solcher Ausdehnung, daß ihr der Hauptanteil an der Resorption des temporären Zahnes zukommt". Er lehnt die alte Auffassung von einem „spezifischen Resorptionsorgan" der Milchzähne ab, wenn er schreibt: „Diese

drei Gewebe sind jedoch nicht, wie allerdings die übliche Bezeichnung sagt, als resorbierende Organe aufzufassen, sondern sie sind lediglich Träger aller jener sich stets in gleicher Weise äußernden Erscheinungen, die wir unter dem Namen Resorptionsvorgänge zusammenfassen."

Der Anschauung Kallhardts haben sich heute die meisten neueren Autoren so auch Tholuck, Meyer und andere im wesentlichen angeschlossen. Allerdings sind immer noch einige unter ihnen, die eine Mitwirkung der Pulpa an der Auflösung der Hartsubstanzen des Milchzahnes bestreiten und sie allein dem Periodontium überlassen.

Jahn, der als der Hauptvertreter dieser Richtung gelten kann, tritt mit der Feststellung auf, die Pulpa selbst werde von dem Resorptionsprozeß überhaupt nicht getroffen, nachdem er vorher behauptete, das Dentin unmittelbar um die Pulpa habe größere Widerstandskraft gegen Resorption als irgend ein anderer Teil des Zahnes. Danach müßte man eigentlich annehmen, das Zahnmark bleibe unverändert bis zum Ausfall des Milchzahnes erhalten. Daß dem nicht so ist, dafür gibt er an anderer Stelle folgende Erklärung: „Allmählich wird die Wurzelschale der Milchzahnpulpa durch die sich vorwärts grabenden Lakunen zerstört. Es findet dann eine Vereinigung des Resorptionsgewebes mit dem Pulpagewebe des Milchzahnes statt, und nun beginnt von der gesamten Innenfläche der Pulpa her die Resorption, jedoch nicht dadurch, daß die Pulpa nun zum Resorptionsorgan wird, sondern weil die Pulpa durch das in sie eindringende Gewebe substituiert wird". Es ist also das resorbierende Gewebe der Wurzelhaut, das nach Jahns Meinung im ehemaligen Pulpenraum wirksam wird.

Ferner findet man im Schrifttum mehrfach eine weitere Richtung vertreten durch Adloff, wonach derselbe die Pulpa allein für die resorptiven Vorgänge an der Milchzahnwurzel verantwortlich machen soll. Wer aber nachliest, muß feststellen, daß das nicht den Tatsachen entspricht. Die Arbeit Adloffs „Zur Theorie des Mechanismus des Zahnwechsels" ist mehr eine entwicklungsgeschichtliche Abhandlung aber auch für uns in mancher Be-

ziehung aufschlußreich. Es soll deshalb kurz darauf eingegangen werden.

Adloff führte seine Untersuchungen an Meerschweinchen aus. Die Prämolaren dieser Tiere haben einen Vorgänger, der bereits in utero rückresorbiert wird, ohne zur Funktion gelangt zu sein. Diesen Vorgang hat Adloff histologisch untersucht und dabei festgestellt, daß die Resorption allein von der Pulpa aus besorgt wird, und zwar von denjenigen Zellen, die jeweilig an dieser Stelle vorhanden sind, sei es von Odontoblasten, sei es von undifferenzierten Rundzellen. Riesenzellen seien niemals vorhanden. An Stellen, an denen die Resorption am intensivsten vor sich gehe, hätten die Odontoblasten ihre Form verändert. Sie würden nach der Spitze zu immer mehr in die Länge gezogen und schließlich direkt spindelförmig. Das Pulpagewebe sei auffallend faserig und bestehe aus stark spindelförmigen Zellen mit zahlreichen Ausläufern. Allmählich gehe dasselbe wieder in das normale rundzellige Pulpagewebe über.

Auch Kallhardt hat bereits darauf hingewiesen, daß die Resorption auch ohne das Vorhandensein von Riesenzellen vor sich gehen kann. Diese Form der Resorption stellte er hauptsächlich von seiten des Periodontiums aus fest, wo die Riesenzellen oft nur in geringer Zahl anzutreffen seien, während an der Peripherie des Zahnsäckchens und in der Pulpa auf dem Höhepunkt der Resorption die Riesenzellbildung so stark sei, daß man fast in jeder Lakune eine solche vorfinde.

Kallhardt nimmt an, die Bildung von Riesenzellen sei abhängig von der Größe des auf das entsprechende Gewebe ausgeübten Reizes, bzw. von der Höhe des auf dasselbe einwirkenden Druckes.

Der Grund für das Fehlen der von außen auf den Milchzahn des Meerschweinchens einwirkenden Faktoren, die eigene Wurzelhaut desselben und das Zahnsäckchen des permanenten Zahnes, scheint Adloff der geringere Druck zu sein.

Am Schluß seiner Ausführungen hält Adloff von diesem in utro vor sich gehenden Zahnwechsel ausgehend Rückblick auf den phylogenetischen Entwicklungsgang des

Mechanismus des Zahnwechsels. Er schreibt: „Es ist von vornherein klar, daß die bessere Befestigung der Zähne der Säugetiere durch Wurzeln, wie sie sonst nur bei einigen hochspezialisierten Reptilienformen vorkommt, auch eine energischere Anstrengung bei der Ausstoßung des Milchzahnes erfordert und daß, wie die Wurzeln erst eine sekundäre Anpassung des Säugetierzahnes sind, so auch die Kräfte, die zur Auflösung der Milchzahnwurzeln führen, erst sekundär im Laufe der Stammesgeschichte erworben sind. Somit würde die Resorption von der Pulpa aus ein primitiver Modus sein."

Hieraus geht klar hervor, daß es Adloff fernliegt, die Resorption allein durch die Pulpa, wie sie beim Meerschweinchen in utero unter ganz anderen Voraussetzungen vor sich geht, auf die Milchzähne des heutigen Menschen zu übertragen, wie das von anderen Autoren aus der Arbeit geschlossen wurde.

Die Frage der Beteiligung oder Nichtbeteiligung der Pulpa am physiologischen Resorptionsprozeß gewinnt Bedeutung im Hinblick auf die Resorptionsverhältnisse und -möglichkeiten an pulpentoten Milchzähnen.

Gemäß seiner Auffassung, daß allein die Wurzelhaut den Abbau der Milchzahnwurzel besorge, hebt Jahn hervor: „Stirbt die Pulpa ohne entzündliche Vorgänge in der Wurzelhaut ab, so verläuft die Resorption durchaus planmäßig. Die Resorption ist also nicht abhängig von der Pulpa sondern von der gesunden Wurzelhaut".

Anders, wenn man Pulpa und Periodontium für den geregelten Ablauf des Aufsaugungsvorganges verantwortlich macht. Hier muß sich die fehlende Mitarbeit der Pulpa in jedem Falle irgendwie auswirken. Demgemäß hebt Tholuck hervor, Resorptionsstörungen in gewissem Umfange seien bei jedem pulpentoten Milchzahn zu beobachten, wenn sie bestenfalls auch nur in einer geringen Verzögerung bestünden.

Kallhardt geht in dieser Beziehung viel weiter. Er betont ausdrücklich, daß eine völlige Resorption des Milchzahnes bis zur Krone ohne Vitalität der Milchzahnpulpa und ohne ihre resorbierende Tätigkeit nicht denkbar sei. Ebenso hebt E. Wannenmacher hervor, daß die Re-

sorption der Milchzahnwurzeln nur unter Mitwirkung der Pulpa in geordneten Bahnen verlaufe, und daß dieselbe stark verzögert, praktisch gesehen nahezu aufgehoben sei, wenn die Milchzahnpulpa nicht mehr vorhanden ist.

Port-Euler schreiben zu diesem Thema: „Die Mitwirkung der Pulpa bei der Resorption wird vor allem daraus geschlossen, daß der Aufsaugungsprozeß sistiert und der betreffende Zahn in toto als Fremdkörper ausgestoßen wird, wenn seine Pulpa zerfallen ist." Daß dabei der Gesundheitszustand des Peridontiums eine große Rolle spielt, darauf hat Tholuck als erster hingewiesen. Er schreibt: „Für den ungestörten Ablauf der Resorption ist die gesunde Wurzelhaut von ausschlaggebender, die lebende Pulpa von erheblicher Bedeutung. Nach Milchzahngangrän, die mit einer Wurzelhautentzündung verbunden war, hört die Resorption in der Regel ganz auf, oder sie verzögert sich wenigstens und bleibt unvollständig. Die physiologische Resorption wird hier infolge der Gewebsschädigung durch die vorangegangenen Krankheitsprozesse durch entzündliche Resorption abgelöst. Die unvollständig aufgesaugte Milchzahnwurzel bleibt noch längere Zeit im Körper, wird dann aber als Fremdkörper empfunden und ausgestoßen." Auch Jahn weist darauf hin, daß nichtresorbierte Milchzahnwurzeln bei granulierender Periodontitis in toto ausgestoßen werden, zuweilen aber längere Zeit im Zahnfleisch stecken bleiben, wodurch die Durchbruchsentwicklung des bleibenden Zahnes erheblich beeinflußt werden kann.

Maagk hat die Frage der Resorption von Milchmolarenwurzeln nach Pulpaamputation an Hand klinischer Beobachtungen statistisch untersucht. Von 24 Fällen zeigten 23 recht gute zum Teil sogar vollständige Resorptionsergebnisse; nur an einem Milchzahn, der infolge eines sekundären Kariesherdes periodontitisch geworden war, konnte eine Resorption nicht festgestellt werden. Statt der Resorptionsgruben beobachtete er an den Wurzeln arrodierte Stellen, die denen gleichen, wie man sie an der Wurzelspitze von bleibenden Zähnen mit chronischer, granulierender Periodontitis zu sehen gewohnt ist.

Diese widersprechenden Angaben über die Resorption pulpentoter Milchzähne zeigen, wie sehr die Anschauungen auseinandergehen, und daß die Frage noch nicht endgültig geklärt ist. Aus klinischen Gründen ist es andererseits notwendig und wünschenswert, Klarheit zu schaffen; denn es besteht so die Frage, ob es überhaupt einen Sinn hat, Wurzelbehandlungen an Milchzähnen durchzuführen, ob unbehandelte Milchzahnwurzeln als Platzhalter im Kiefer belassen werden können, oder ob pulpentote Milchzähne besser entfernt werden.

Eigene Untersuchungen und Befunde.

1. Der normale Resorptionsvorgang.

Es soll zunächst eine zusammenhängende Darstellung des normalen Ablaufes des Resorptionsvorganges gegeben werden, wie er sich aus den anerkannten Tatsachen und aus der Untersuchung der eigenen Präparate ergibt. Einige Mikrophotogramme sollen gegebenenfalls die Ausführungen ergänzen.

Es wird heute allgemein anerkannt, daß die Resorptionsvorgänge an der Milchzahnwurzel mit dem Ersatzzahnkeim in Korrelation gesetzt werden müssen. Hat die spätere klinische Krone des Ersatzzahnes ihre annähernde Größe erreicht, d. h. ist ihre Schmelzhaube fast fertig geformt, so schickt der Keim sich zum Durchbruch an. Die Schmelzpulpa fällt der Degeneration anheim, während an der entgegengesetzten Seite des Keimes die Ausbildung seiner Wurzeln einsetzt. Noch trennen ihn spongiöse Knochenpartien von der Wurzel des Milchzahnes. Die Schneide- und Eckzahnkeime liegen im Oberkiefer palatinal, im Unterkiefer lingual hinter der entsprechenden Milchzahnwurzel. Die Prämolaren liegen zu dieser Zeit zwischen den Wurzeln der Milchmolaren wie in einem Zangenmaul. Die Bewegungen, die die Ersatzzähne auszuführen haben, um sich ihren Platz im Zahnbogen auf der Höhe des Alveolarkammes zu sichern, sind demnach komplizierter als für ihre Vorgänger, die Milchzähne; denn sie müssen nicht allein

nach oben, sondern auch nach vorn nach der Lippe zu wandern.

Die Lage von Milch- und Ersatzzahn zueinander bestimmt bis zu einem gewissen Grade den Angriffspunkt der Resorption. Sie beginnt gewöhnlich an den mittleren Schneidezähnen. Ihr Einsetzen ist an extrahierten Milchzähnen an kleinen Erosionen und flächenhaften Vertiefungen kenntlich. Bei funktionstüchtigen Milchzähnen kann in fortgeschrittenen Fällen die Röntgenaufnahme den Beginn der Resorption anzeigen. Allerdings weist Hentze darauf hin, daß in vielen Fällen das in Resorption begriffene Dentin im Röntgenbild sich nicht genau markiert.

Für den Resorptionsbeginn gibt Tholuck folgende Daten an mit dem Hinweis, daß dieselben starken individuellen Schwankungen unterworfen sind.

	mittlerer Milch-Schneidezahn	seitlicher Milch-Schneidezahn	Milch-Eck-Zahn	erster Milch-Molar	zweiter Milch-Molar	
Beginn der Resorption:	4.	5.	9.	7.	8.	Jahr

Neuerdings behaupten Jahn und Kürer, daß in der Regel die Wurzelenden der Milchmolaren früher resorbiert würden als die der Schneidezähne. Ich glaube dagegen, derartige Fälle zu den Ausnahmen rechnen zu müssen.

Dem Abbau der harten Zahnsubstanzen gehen zeitlich Umbauvorgänge in der knöchernen Hülle des wachsenden Ersatzzahnkeimes voraus, die anzeigen, daß der bleibende Zahn seine Wanderung zur Mundhöhle angetreten hat. In seiner Wachstumsrichtung geht an der Innenseite des ihn umgebenden Knochens ein Abbauprozeß vor sich, während gleichzeitig unter dem Wurzelende des Zahnkeimes Neuanlagerung von Knochen stattfindet. Dadurch wird der knöcherne Alveolenboden des Ersatzzahnes gehoben, und dieser nähert sich ständig dem Milchzahn, wobei die Knochenspange, die ursprünglich beide trennte, an Substanz verliert. Bevor dieselbe jedoch restlos zerstört ist, treten bereits die ersten Resorptionserscheinungen am Zement

der Milchzahnwurzel auf. Nach völligem Durchbruch der Knochendecke vereinigen sich Zahnsäckchen und Wurzelhaut zur Auflösung des Milchzahnes von der Keimseite aus. Auf der Höhe des Durchbruches greift auch die Pulpa aktiv in den Resorptionsprozeß mit ein und beteiligt sich an der Aufsaugung der Wurzeln, nach deren völligem Schwund die Ausstoßung des Milchzahnes erfolgt.

Das sind in großen Zügen die einzelnen Stadien des Resorptionsvorganges. Anschließend soll näher auf histologische Einzelheiten eingegangen werden.

Der Abbau der Hartsubstanzen des Körpers, — des Knochens sowohl als der Zähne — ist ein zellulärer, in erster Linie ausgeführt durch Riesenzellen, die je nach ihrer speziellen Funktion, d. h. zu welchem Abbau der drei Hartsubstanzen, Knochen, Zement oder Dentin sie herangezogen werden, als Osteoklasten, Zementoklasten oder Odontoklasten bezeichnet werden. Daneben können aber auch Rundzellen und Fibroblasten eine resorbierende Wirkung entfalten. Danach sind zwei Arten der Resorption zu unterscheiden:

1. Die gewöhnlich in den Lehrbüchern beschriebene girlandenförmige, lakunäre Resorption mit Riesenzellen in den zum Teil tiefen Buchten (Abb. 1).

2. Die glatte Resorption, wobei statt der Riesenzellen Fibroblasten, Spindelzellen und Rundzellen auftreten. An Stelle von Lakunen werden glatte Flächen gebildet, wie mit einem Messer aus der Wurzel herausgeschält (Abb. 2.).

In vielen Fällen kommen beide Resorptionsformen gleichzeitig an einem Milchzahn vor. Man findet dann meist innen von der Pulpa aus lakunäre, an der Wurzeloberfläche vom Periodont aus glatte Resorption. (Abb. 3, 3a, 3b).

Die glatte Resorptionsform beim Abbau der harten Zahnsubstanzen ist bisher in den Lehrbüchern nicht beschrieben worden. Jedoch läßt sich ein analoger Prozeß bei der pathologischen Knochenzerstörung feststellen, die zwar am häufigsten in Form der lakunären Resorption verläuft, aber auch gelegentlich, besonders bei Geschwülsten, ohne Bildung von Buchten als glatte Resorption auftritt. Auch der Abbau ohne Riesenzellen ist von der Knochenpathologie her bekannt. Nach Kölliker und Pom-

mer wirken im Knochen neben der lakunären Resorption des osteoklastischen Knochenabbaues auch Blutgefäßwände und Sprossenausläufer von Gefäßen resorbierend. Aschoff weist darauf hin, daß man bei der Einheilung transplantierten toten Knochens oft an der Grenze von lebendem und totem Gewebe keine Howshipschen Lakunen und Riesenzellen findet, sondern daß der junge Knochen selbst sich in den transplantierten hinein entwickelt und ihn zum Schwund bringt dadurch, daß seine Osteoblasten ihn auflösen.

Gelegentlich kann man bei der Milchzahnresorption zuerst eine Entkalkung beobachten, die sichtbar wird durch das Auftreten von roten, eosingefärbten Säumen. Dieser Entkalkung folgt dann später erst, sekundär, der Untergang der entkalkten Gewebsteile. Daß diese roten Säume nicht neugebildetes Zement sind, kann in Uebereinstimmung mit den Vorgängen bei der Knochenpathologie angenommen werden.

Im allgemeinen schwindet aber mit dem Verlust des Kalkes auch gleichzeitig die organische Grundsubstanz.

Ueber die Herkunft der großen, mehrkernigen Riesenzellen ist viel gestritten worden, bald sollten sie vom Bindegewebe, bald vom Epithel, bald von den Leukozyten abstammen. Heute nimmt man allgemein an, daß sie vom Endothel des Gefäßapparates ihren Ursprung nehmen. Damit würde auch das Auftreten der starken Gefäßbildung in der Resorptionszone in Einklang zu bringen sein. Tatsächlich ist eine solche aktive Hyperämie auch die erste Veränderung in der Peripherie des Zahnsäckchens, von wo aus die Resorption der Knochenplatte zwischen Keim und Milchzahn ihren Anfang nimmt. Es wird hierdurch die Umwandlung des Zahnsäckchens in Resorptionsgewebe eingeleitet. In dasselbe charakteristische resorbierende Gewebe werden bald darauf auch Periodontium und Pulpa umgewandelt. Es gleicht in seiner geweblichen Beschaffenheit dem gewöhnlichen Granulationsgewebe, wie wir es auch sonst bei pathologischen Resorptionsprozessen vorfinden, sowie überhaupt aus jedem ruhenden Bindegewebe ein Granulationsgewebe sich herausbildet, wenn stärkere Abbauvorgänge notwendig sind. Früher hat man vielfach

ein besonderes Gewebe angenommen, aus dem die resorbierenden Zellen stammen sollten, das von Thoms so bezeichnete „spezifische Resorptionsorgan der Milchzähne". Es ist aber, wie eben gesagt, kein spezifisches Organ, sondern ein einfaches physiologisch entzündliches Granulationsgewebe, in dem neben den Riesenzellen auch Fibroblasten, Spindelzellen und Rundzellen die Resorption ausführen. Aus dem Resorptionsgewebe wird sehr bald nach dem Ausfall des Milchzahnes wieder ein ruhendes Bindegewebe, sobald die Epitheldecke sich über der Stelle, wo der Milchzahn stand, geschlossen hat. Dieser Vorgang vollzieht sich in ganz kurzer Zeit.

Immer dort, wo der Ersatzzahn anrückt, beginnt die Resorption, d. h. bei den Frontzähnen rein auf der lingualen Seite der Wurzel und bei den Milchmolaren meist in der Bifurkation. Die Riesenzellen legen sich der Innenfläche der Wurzelhaut flächenhaft an und schlagen Buchten, die sogenannten Howshipschen Lakunen, in die Hartsubstanz. Ist auf diese Weise an einer Stelle der Weg durch das Zement gebahnt worden, so kann sogleich der Abbau des Dentins beginnen, der dann viel intensiver ebenfalls in der lakunären Resorptionsform erfolgt. Es braucht also nicht erst der ganze Zementmantel fortgeräumt zu sein, bevor die Auflösung des Dentins einsetzt (Abb. 4). Im allgemeinen ist aber die Zementresorption ganz unregelmäßig. Es kommen auch Fälle vor, bei denen zunächst nur Zement in breiter Ausdehnung resorbiert wird (Abb. 5).

Die Lakunen zeigen die verschiedensten Formen von tiefen Buchten bis zu seichten Aushöhlungen. Die flachen Lakunen werden in größerer Entfernung vom Resorptionsherd beobachtet, hier werden die Riesenzellen seltener, und spindlige Fibroblasten und Rundzellen füllen sie aus. Die tiefen Buchten an den Stellen erhöhter Resorptionstätigkeit zeigen noch innen eine girlandenförmige Zeichnung.

Angesichts der regen Betätigung von seiten der Wurzelhaut, deren resorbierende Tätigkeit inzwischen bereits größeren Umfang angenommen hat und sich nicht mehr auf die dem Keim gegenüberliegende Seite beschränkt, sondern auch an abseits liegenden Teilen der Wurzelspitze eingesetzt hat, bleibt auch die Pulpa nicht länger müßig und

greift aktiv in den Resorptionsprozeß mit ein. Wie bereits erwähnt, ändert sich dabei ihre Struktur ebenfalls im Sinne einer Umwandlung in Resorptionsgewebe mit außerordentlich starker Vaskularisation und Vermehrung der Zell- und Faserelemente. Diese Veränderung beschränkt sich zuerst nur auf die Wurzelpulpa, greift aber schließlich auch auf die Kronenpulpa über. Die Odontoblasten, ebenfalls zunächst nur im Wurzelteil der Pulpa, jedoch keineswegs immer zuerst in der Nähe des Foramens apikale, gehen zu Grunde, da sie ihren Zweck restlos erfüllt und ihre Daseinsberechtigung verloren haben; denn das Dentin, die Substanz, die sie aufbauten, und deren Stoffwechsel sie durch ihre Ausläufer, die Thomes'schen Fasern, vermittelten, ist bereits von der Wurzelhaut aus in Auflösung begriffen. An der Stelle, an der die Zahnbeinbildner ehemals lagen, sind nun die resorbierenden Osteoklasten am Werk. Sobald die Resorption im Milchzahnkanal einsetzt, findet man in ihm auch an keiner Stelle Odontoblasten mehr. In der Kronenpulpa bleiben die Odontoblasten etwas länger erhalten, schließlich machen aber auch sie den Riesenzellen Platz, sodaß die gesamte Pulpa zum resorbierenden Gewebe wird. (Abb. 6). Ihre Abbautätigkeit erfolgt von der gesamten Innenfläche des Pulpenraumes her und beschränkt sich keineswegs nur auf die Teile der Pulpa, die direkt mit dem Periodont in Verbindung stehen.

Durch die nun verdoppelten Resorptionskräfte, von innen seitens der Pulpa und von außen seitens des Periodontiums, werden die Wurzeln des Milchzahnes gänzlich zum Schwund gebracht und die Krone in einen schalenförmigen Rest verwandelt. Das Zahnscherbchen wird nur noch von der Gingiva gehalten, das nächste Trauma eines scharfen Zubisses muß es zur Ausstoßung bringen.

Das ist dann das Endergebnis der gemeinsamen resorbierenden Tätigkeit von Zahnsäckchen, Wurzelhaut und Pulpa, die nebeneinander wirksam werden.

Im letzten Stadium der Resorption beteiligt sich auch noch das Epithel des Zahnfleisches an der Ausstoßung des Milchzahnes, indem es an der Krone entlang in die Tiefe wuchert, um sich mit dem zum Schmelzoberhäutchen vereinig-

ten äußeren und inneren Schmelzepithel zu verbinden. Die Riesenzellen, deren Funktion jetzt beendet ist, gehen durch Athrophie zugrunde, was an ihrer schlechten Färbbarkeit nachweisbar ist. Ihre Trümmer werden von den in der Nähe sich zahlreich findenden Leukozyten aufgenommen und fortgeschafft.

Es erhebt sich nun die Frage, ob auch Teile des Schmelzes von der Resorption ergriffen werden können. Die meisten Autoren berühren diese Frage gar nicht oder lassen sie offen. Nur Tholuck hebt hervor, daß im geringen Umfang auch Schmelz abgebaut werden kann.

Es ist wohl anzunehmen, daß in der Regel wenigstens die Milchzähne mit vollständig erhaltener Schmelzhaube ausgestoßen werden.

Man trifft Resorption des Schmelzes meist dann, wenn der Abbau im Innern der Krone besonders starke Ausmaße erreicht hat, sodaß ihr Dentinkern fast völlig aufgezehrt und allein die Schmelzhaube übriggeblieben ist, die dann das blutreiche von ihr eingeschlossene Resorptionsgewebe der ehemaligen Kronenpulpa rötlich durchschimmern läßt. In diesen Fällen kann man gelegentlich im Schliff beobachten, daß die tiefen Resorptionslakunen tatsächlich stellenweise bis in den Schmelz vorgedrungen sind. Dieser zeigt dann dieselben girlandenförmigen Ausbuchtungen, wie sie auch im Dentin zu sehen sind (Abb. 7 u. 7a). Der Abbau des Schmelzes erfolgt also von innen heraus, d. h. von der ursprünglich dem Dentin angelagerten Seite, in lakunärer Resorptionsform.

Nun verläuft der Resorptionsvorgang gewöhnlich nicht in glattem Zuge bis zum Ausfall des Milchzahnes, sondern es treten Perioden zeitweiligen Stillstandes des Abbaues ein, die dem Organismus sogar Zeit lassen, auf die schon ausgedehnte Resorption neue Hartsubstanz aufzulagern. Häufig kommt es zwischendurch zum Anbau von knochenähnlichem Zement. Dieses Osteozement ist im mikroskopischen Bild charakterisiert durch das Auftreten von Zementkörperchen und zeigt, einen lamellären Aufbau. Hierbei können Bilder auftreten, bei denen dje Pulpa direkt von Zement begrenzt wird. (Abb. 8 und 8a). Oder es besteht die Möglichkeit, daß Zementoblasten und Odonto-

blasten sich an der Reparation beteiligen und ein Mischgewebe entsteht. das Zementkörperchen und Dentinkanälchen enthält.

Für die Zeit, die vergeht vom Beginn der Resorptionserscheinungen bis zur Ausstoßung des Milchzahnes, werden in der Literatur stark abweichende Werte angegeben. Man geht wohl kaum fehl in der Annahme, daß für den zeitlichen Ablauf des Resorptionsprozesses erbliche sowie konstitutionelle Momente bei den einzelnen Kindern eine bedeutsame Rolle spielen. Die Zeit schwankt zwischen zwei und vier Jahren.

Es ist interessant, einmal der Frage nachzugehen, welche ursächlichen Momente, welche Reize es sind, die diesen komplizierten Resorptionsvorgang auslösen.

Die alte Anschauung, daß nur der wachsende Zahnkeim und der damit verbundene Wachstums- und Gewebsdruck ursächlich für die Resorption seien, ist nicht mehr gültig. Gewiß spielen die beim Wachstum eines Zahnkeimes entstehenden Spannungsverhältnisse, die daraus resultierenden Ernährungsstörungen in der Umgebung, vor allem auch das Gefäßsystem eine Rolle, aber nicht immer und allein die ausschlaggebende.

Für die alte Anschauung spricht die Tatsache, daß die Resorption zuerst und am intensivsten an der Stelle der Milchzahnwurzel einsetzt, die dem Zahnkeim am nächsten liegt, an den Milchmolaren also in der Bifurkation, an den einwurzelligen Milchzähnen lingual bzw. palatinal. Bei schiefer nur nach einer Milchzahnwurzel hin gerichteter Wachstumstendenz des bleibenden Keimes zeigt zunächst nur diese eine Wurzel Resorptionserscheinungen. Gegen die alleinige Druckwirkung des vorwärts drängenden Ersatzzahnes spricht der Umstand, daß auch persistierende Milchzähne, deren bleibender Nachfolger nicht angelegt ist, zur Resorption gelangen können, wenn auch hier der Ablauf langsamer oder nur teilweise vor sich geht, wobei die resorbierte Wurzel jeweils durch Knochenapposition ersetzt wird. (Abb. 9 u. 10). Die Ursache hierfür ist nach Jahn in der vererbten Konstitution des Körpers zu suchen, ein stimmtes Entwicklungsziel zu erreichen, welches hier die Resorption ist. Ebenso spricht Münch von einer gewissen

vererbten Tendenz, wonach der Milchzahn, wenn er seine Funktion erfüllt hat, der Resorption anheimfällt.

2. Die pathologisch gestörte Resorption.

Diesem Teil meiner Arbeit liegt die mikroskopisch histologische Untersuchung von 35 extrahierten Milchzähnen und 8 Kieferstücken zugrunde. Erstere entstammen einigen Berliner Schulzahnkliniken, letztere dem Pathologischen Institut der Universität Berlin. Die Versuchsobjekte wurden zunächst der Entkalkung unterzogen und anschließend in Zelloidin zu Serienschnitten eingebettet. An den Zahnschnitten gelangte die Hämatoxilin-Eosin-Färbung zur Anwendung, während bei den Kieferstücken außer dieser noch die Färbung nach den Angaben von Schmorl durchgeführt wurde.

Es ist anzunehmen, daß ein pathologisches Geschehen an einem Milchzahn oder in seiner engsten Umgebung nicht ohne Einfluß für den Ablauf der Resorptionsvorgänge bleiben wird, besonders dann nicht, wenn es seinen Sitz in einem der normalerweise an der Resorption beteiligten Weichgewebe hat.

Solange der Krankheitsprozeß sich lediglich auf die Hartsubstanzen des Milchzahnes beschränkt, kann er wohl kaum von irgendwelcher Bedeutung für die Wurzelresorption sein Jedenfalls ist eine Beeinflussung der resorbierenden Tätigkeit des Periodontiums oder der Pulpa durch einen kariösen Zerstörungsprozeß, der das Zahnmark noch nicht in Mitleidenschaft gezogen hat, schwer vorstellbar. Völlig unbegründet scheint mir daher die Ansicht Jalowicz's, daß nur Milchzähne mit völlig intakter Krone restlos resorbiert würden und eine Resorptionshemmung eintrete, sobald der Milchzahn von Karies befallen ist. Die Erklärung dafür bleibt er allerdings schuldig.

Nun schließt sich aber meist an den kariösen Zerfall der Hartsubstanzen über kurz oder lang eine Zahnmarkentzündung an, in deren Verlauf die Pulpa in der größten Zahl der Fälle zugrunde geht. Abgesehen von der totalen Vereiterung ist hierbei meistens die feuchte, faulige Nekrose, die Gangrän, zu beobachten. Damit sind die Wider-

stände gebrochen, die die lebende Pulpa dem weiteren Vordringen der Infektion entgegensetzte. Das Uebergreifen der Krankheitserreger auf das apikale Paradentium kann nunmehr ungehindert erfolgen. Hier vermögen die pathogenen Keime wiederum entzündliche Krankheitsprozesse auszulösen, die je nach ihrem Verlauf akuten, mit Eiterbildung einhergehenden oder chronischen, mit Bildung von Granulationsgewebe verbundenen Charakter tragen können. Demgegenüber besteht aber durchaus die Möglichkeit, daß auch bei devitaler Pulpa das periapikale Gewebe gesund und keimfrei bleiben kann; z. B. nach vorangegangener Pulpa- oder Wurzelbehandlung, oder allgemein in allen den Fällen, wo die Abwehrmaßnahmen der besonders reaktionskräftigen kindlichen Wurzelhaut ausreichten, der Infektion am Foramen apikale Einhalt zu gebieten.

Das sind die Erkrankungsformen, wie wir sie an den Milchzähnen täglich zu sehen gewohnt sind. Im folgenden sollen die einzelnen Krankheitsbilder an Hand von Mikrophotogrammen in Bezug auf ihre Auswirkung auf den Resorptionsprozeß untersucht werden.

A. Die extrahierten Milchzähne.

Die Resorptionsvorgänge bei Erkrankungen der Milchzahnpulpa sollen an einigen charakteristischen Bildern beschrieben werden.

Abb. 11. zeigt einen unteren Milchmolaren mit einem kariösen Defekt, der zur teilweisen eitrigen Entzündung der Pulpa geführt hat. In der Kronenpulpa sind multiple Abszesse sichtbar. Von hier aus hat der Entzündungsprozeß bereits auf einen Wurzelkanal übergegriffen und hier ebenfalls einen metastatischen Abszeß gesetzt, während der andere Kanal im Augenblick noch annähernd normales Resorptionsgewebe enthält. Perivaskuläre Leukozytenemigrationen deuten darauf hin, daß die Entzündung auch hier sich Bahn brechen will. Diese konnten jedoch bis jetzt keinen schädigenden Einfluß auf die Resorptionstätigkeit ausüben. Die außerordentlich starke Riesenzellbildung in der noch relativ gesunden Kanalpulpa läßt auf intensivste Abbautätigkeit schließen (Abb. 11a u. 11b). Kommt man allerdings in die Nähe der die Abszesse umgebenden Leu-

kozyteninfiltrationen, so nehmen die Riesenzellen bizarre Formen an, ihre Zellgrenzen werden unscharf und die Kerne schlechter färbbar oder pyknotisch. Das sind die Anzeichen ihres Unterganges durch Nekrobiose.

Die Resorption hört also in den stark infiltrierten Bezirken und dort, wo eitriges Material in direkter Verbindung mit dem Resorptionsgewebe steht, auf, während sie in den noch relativ gesunden Teilen der Pulpa verstärkt ihren Fortgang nimmt.

An der Oberfläche der Wurzeln besonders interradikulär finden sich ebenfalls lakunäre Resorptionen. Soweit Teile des in Resorptionsgewebe umgewandelten Periodontiums an dem extrahierten Zahn haften blieben, sind die Lakunen dicht mit Riesenzellen besetzt.

Abb. 12 stellt eine Pulpitis ulcerosa mit Gangrän der Kronenpulpa dar, eine bei Milchzähnen überaus häufige Erscheinung, die man an bleibenden Zähnen viel seltener findet. Es ist als ein Zeichen der starken Reaktionskraft jugendlicher Pulpen und des periapikalen Gewebes zu werten, daß bei Milchzähnen die Gangrän so oft auf das Pulpenkavum beschränkt bleibt. Die Außenflächen der Wurzeln zeigen nur geringe lakunäre Resorptionen. Umfangreiche Teile des Zementmantels sind noch erhalten. Nur an einer Stelle ist die innere Kanalwand von der Keimseite aus durchbrochen. Das wichtigste ist jedoch, daß die innere Resorption durch die zurückbleibenden ulcerierenden Pulpen der Wurzelkanäle fortgesetzt wird und darüber hinaus sogar in verstärktem Maße einsetzt, wie die zahlreichen Buchten erkennen lassen. (Abb. 12a u. 12b):

Die Intensität der Resorptionsfähigkeit der Pulpa scheint sich also vor ihrem drohenden Zerfall noch zu steigern, selbst wenn sie bereits erkrankt ist.

Resorptionsvorgänge bei Gangrän:

Die Morphologie gibt nur schwer Aufschluß über biologische Vorgänge. Man kann aber in vielen Fällen doch aus einzelnen Zustandsbildern Schlüsse ziehen und aus diesen die biologischen Vorgänge rekonstruieren. Es konnte gezeigt werden, daß z. B. bei einem Sistieren der Resorption sofort ein Anbau von Zement erfolgt. Werden nun bei

einer Gangrän die Wurzeln nicht mehr weiter resorbiert, so müßten sie beständig Zementauflagerungen zeigen. Dies ist aber nicht immer der Fall, und man kann auf ein Fortschreiten der Resorption schließen.

In vielen Fällen bleiben an den extrahierten gangränösen Milchzähnen die Riesenzellen in den Resorptionslakunen haften (Abb. 13 u. 13a) und können dann ebenfalls als Beweis dienen, daß die Resorption an der äußeren Wurzelfläche trotz Gangrän der Pulpen weiter geht.

In Abb. 14 ist eine gangränöse Milchzahnwurzel dargestellt, an deren Außenfläche ungefähr an der Stelle, die der Lage des anrückenden Ersatzzahnkeimes entspricht, sich weitgehende glatte Resorptionen finden. Bemerkenswert ist, daß dabei an keiner Stelle der Wurzelkanal eröffnet wurde. Der Abbauprozeß ist bis dicht an den Wurzelkanal heran fortgeschritten, hat aber eine dünne Dentinwand zurückgelassen. In Abb. 14a ist dasselbe bei stärkerer Vergrößerung wiedergegeben.

Die Resorption von der Wurzeloberfläche aus bis auf eine dünne Kanalwand trifft man bei Milchzahngangrän fast regelmäßig an. Dies kann dadurch bedingt sein, daß das übrigbleibende Hartgewebe nicht mehr abbaufähig ist, oder daß das Resorptionsgewebe durch die toxischen Produkte des Kanals so geschädigt ist, daß es nicht weiter resorbiert.

Aber nicht immer ist es im weiteren Verlauf des Resorptionsprozesses möglich, einen Durchbruch in den mit gangränösen Massen angefüllten Kanal zu vermeiden. In diesen Fällen trifft das reaktionskräftige Milchzahnperiodontium Vorkehrungen, um eine Schädigung des paradentalen Gewebes durch den hochinfektiösen Kanalinhalt möglichst weitgehend zu verhindern.

Abb. 15 stellt die Teilansicht eines tiefkariös zerstörten unteren Milchmolaren dar, dessen Wurzelkanal mit Detritus angefüllt ist. Der Resorptionsherd liegt hier im oberen Teil der Wurzel dicht unter dem Pulpenboden. An der übrigen Wurzel sind nur geringe Resorptionen festzustellen, große Teile ihres Zementmantels sind noch erhalten. Im Gegensatz zu Abb. 14 ist hier ein Durchbruch in den Kanal erfolgt. Wir sehen, wie das resorbierende Gra-

nulationsgewebe durch die Lücke hindurch in den Kanal hineinwuchert, die in ihm liegenden Zerfallsprodukte und Speisereste durchsetzend. Es verhindert auf diese Weise, daß das gangränöse Substrat sich hemmungslos in den Knochen ergießt. Abb. 15a zeigt die Durchbruchstelle bei stärkerer Vergrößerung.

In Abb. 16 ist der untere Teil einer gangränösen Milchzahnwurzel dargestellt, deren Spitze infolge starker lakunärer Resorption von seiten des Periodontiums von der übrigen Wurzel abgetrennt wurde. An der Stelle des fehlenden Wurzelstückes ist die resorbierte Kanalwand durch Epithel ersetzt. Dadurch sind die gangränösen Zerfallsprodukte von Epithelsträngen eingeschlossen und so unschädlich für ihre Umgebung gemacht worden.

Die Epithelüberbrückung bei völliger Resorption der Kanalwand ist bei Milchzahngangrän sehr häufig zu beobachten. Woher das Epithel stammt, ist nicht immer mit Sicherheit festzustellen. Jedenfalls gibt es drei Möglichkeiten für die Herkunft der Deckzellen: von der Gingiva, von Debris epitheliaux oder vom äußeren Schmelzepithel der bleibenden Zahnanlage.

Häufig sind die Formina apikalia bei Milchzahngangrän durch Zement verschlossen. (Abb. 17, 17a u. 17b).

Alle vorgenannten Erscheinungen bei Gangrän an den Milchzähnen, — die Resorption bis auf eine dünne Kanalwand, Granulationswucherung in den Kanal hinein oder Epithelüberbrückung der Durchbruchsstelle sowie der Zementverschluß der Foramina apikalia – , sind Ausdruck der erhöhten biologischen Kräfte, die im Zahnmark und in der Wurzelhaut der Milchzähne wirksam sind. Indem sie die Ausbreitung des Krankheitsprozesses über den Pulpenraum hinaus verhindern, tragen sie dazu bei, daß der Resorptionsvorgang vom Periodont aus ungestört seinen Fortgang nehmen kann und gleichzeitig der bleibende Keim vor Schädigungen bewahrt wird.

B. Die Kieferstücke.

Resorptionsvorgänge an devitalen Milchzähnen mit gesunder Wurzelhaut.

Abb. 18 zeigt ein Kieferstück mit einem Milchzahn, an welchem eine Amputation der Pulpa durchgeführt wurde. Unterhalb desselben ist der dazugehörige Ersatzzahnkeim zu sehen. Die Knochenplatte zwischen dem bleibenden Keim und dem Milchzahn ist völlig aufgezehrt, und die Vereinigung von Zahnsäckchen und Wurzelhaut hat sich bereits vollzogen. Der Unterschied zwischen Amputationspaste im Pulpenkavum und mumifizierter Pulpa im Wurzelkanal des Milchzahnes tritt sehr deutlich hervor. Die Pulpaamputation kann in diesem Falle als ein voller Erfolg gewertet werden; denn es sind in der Umgebung der Wurzeln keinerlei entzündliche Erscheinungen zu beobachten und die Resorption an der Wurzeloberfläche hat schon in größerem Umfange eingesetzt. Wir haben hier die Form der glatten Resorption vor uns, wie man sie gerade vom Periodont aus so häufig findet.

In Abb. 18a ist eine Resorptionsstelle bei stärkerer Vergrößerung aufgenommen. Der bindegewebige Grundcharakter des resorbierenden Gewebes ist nicht zu verkennen. Fibroblasten in allen Entwicklungsstadien sind zu beobachten, dazwischen sieht man vereinzelt Plasmazellen, Histiozyten und polymorphkernige Leukozyten. Zahlreiche Kapillaren, prall gefüllt, sind teils längs, teils im Querschnitt getroffen. Riesenzellen fehlen ganz; ebenso treten keine tiefen Buchten auf. Spindelzellen und Rundzellen liegen den glatten Resorptionsflächen an.

Das Milchzahnperiodontium ist also in diesem Falle trotz Pulpentod gesund und voll funktionstüchtig geblieben. Die Resorption an der äußeren Wurzelfläche hat bereits planmäßig begonnen. Es besteht kaum ein Zweifel, daß sie nicht erfolgreich bis zum Ende durchgeführt werden könnte. Allerdings wird der Ausfall des Milchzahnes infolge des Fehlens der inneren Resorption durch die Pulpa sich etwas verzögern.

Resorptionsvorgänge bei akuter apikaler Erkrankung.

Abb. 19 und 20 sind Ausschnitte zweier Schnitte ein und desselben Kieferstückes. Sie stellen die Wurzelspitze eines an akuter apikaler Paradentitis erkrankten Milchzahnes und den umgebenden Kieferknochen dar.

Die Wurzelkanäle sind mit gangränösen Zerfallsprodukten angefüllt. Die außerordentlich starken Leukozytenanhäufungen um die Wurzelspitze herum beherrschen das Bild und stellen den akuten Charakter des sich hier abspielenden Krankheitsprozesses außer Frage.

In Abb. 20 kann man die Ausbreitung der Infiltrationen in die Knochenmarkräume beobachten. Abb. 19 zeigt außerdem Epithelwucherungen, von denen ihrer Lage nach als sicher angenommen werden kann, daß sie vom äußeren Schmelzepithel des Zahnkeimes stammen. Geringfügige Resorptionen sind an beiden Wurzeln zu sehen, die aber sicher nicht während des akuten Prozesses entstanden sind. Es ist vielmehr als wahrscheinlich anzunehmen, daß schon vorher an dem Milchzahn chronische apikale Veränderungen bestanden haben, und daß die Resorptionen aus dieser Zeit stammen.

Wir haben bereits bei der Beschreibung der Resorptionsvorgänge bei Pulpitis gesehen, daß überall dort, wo eitriges Material in Berührung mit Resorptionsgewebe gelangt, die Riesenzellen zugrunde gehen, und der Abbau sistiert. Es erscheint danach kaum zweifelhaft, daß auch die eitrig eingeschmolzenen Teile des Periodonts nicht mehr resorbieren können; denn es sind ja gar keine Zellen mehr da, die den Abbau besorgen könnten, und daß die Leukozyten allein die Hartsubstanz auflösen, ist nach den bisherigen Befunden nicht anzunehmen. Dabei ist es aber nicht ausgeschlossen, daß an entlegenen Teilen der Wurzel, die die eitrige Entzündung mit ihrer toxischen Schädigung nicht mehr erreicht, der Abbau fortschreitet. In Bezug auf die gesamte Wurzelresorption fällt dies jedoch wenig ins Gewicht. Im allgemeinen muß festgestellt werden, daß der Resorptionsprozeß bei akut eitriger Erkrankung der Wurzelhaut sistiert.

Resorptionsvorgänge bei chronischer apicaler Veränderung.

Abb. 21 stellt einen Fall von chronischer apicaler Paradentitis an einem gangränösen Milchzahn dar. Zum Unterschied von den vorhergehenden Bildern 19 und 20 sind die apicalen Infiltrationen hier nicht so stark. Der ziemlich einseitig vom Wurzelloch zur Bifurkation hin entwickelte Granulationsherd ist von starken Epithelsträngen durchzogen und durch eine gefäßreiche, bindegewebige Kapsel gegen die Umgebung abgegrenzt. Das Foramen apikale ist durch Resorption stark erweitert, und Granulationsgewebe schiebt sich von unten in den Kanal vor. An einer Stelle des Granulationsherdes, nahe dem Wurzelloch, ist eine Anhäufung von Leukozyten zu beobachten. Es scheint in diesem Bezirk zur Einschmelzung des Gewebes und zur Bildung eines kleinen Abszesses gekommen zu sein. Die Kanalwände des unteren Wurzelteiles sind ungefähr bis zur Hälfte ihrer Breite abgebaut. An der Außenseite der Wurzel, wohin das Granulom sich nicht ausgebreitet hat, befindet sich normales Resorptionsgewebe, dessen starke Vaskularisation besonders deutlich hervortritt. Die Resorptionsbuchten sind hier stärker ausgebildet, d. h. es wird intensiver resorbiert als auf der gegenüberliegenden Seite, wo die chronische Entzündung ihren Sitz hat. Die Ursache ist darin zu suchen, daß in diesem Bezirk die physiologische durch entzündliche Resorption abgelöst wurde, die aber beide nie scharf voneinander getrennt werden können. Sie unterscheiden sich im wesentlichen nur darin, daß die letztere im allgemeinen keine so starke Einschmelzung der Milchzahnwurzel hervorbringt wie der physiologische Vorgang. Die auftretenden Zellen sind dieselben; selbst Riesenzellen, wenn auch nur in geringer Zahl, findet man gelegentlich, doch niemals in der Nähe von eitrigen Einschmelzungsherden. Die schwache Intensität der entzündlichen Resorption ist wahrscheinlich durch die ständige toxische und bakterielle Schädigung des Gewebes bedingt. Man kann sie mit den Abbauvorgängen an bleibenden Zähnen mit einer chronischen apikalen Paradentitis in Vergleich setzen.

Die durch das Einsetzen der entzündlichen Resorption bedingte Verzögerung in der Wurzelresorption des Milchzahnes wird um so stärker sein, je größere Teile der Wurzelhaut von der chronischen Entzündung betroffen sind; denn, wie wir gesehen haben, geht der Abbau in den nicht-erkrankten Bezirken des Periodonts im normalen Tempo weiter. Trotzdem wird eine völlige Resorption der Wurzel bis zur Krone bei bestehender chronischer apikaler Paradentitis meist nicht erreicht.

Stellungnahme zu den Angaben in der Literatur auf Grund der eigenen Untersuchungsergebnisse.

Die vorliegenden histologischen Untersuchungen haben einwandfrei den Beweis erbracht, daß die drei Gewebe, Zahnsäckchen, Wurzelhaut und Pulpa aktiv am physiologischen Resorptionsprozeß beteiligt sind. Es ist beinahe unverständlich, daß die Mitwirkung der Pulpa an den Abbauvorgängen heute noch bestritten wird. (Jahn). Sollte diese Anschauung vielleicht ein falscher Rückschluß aus der Tatsache sein, daß pulpentote Milchzähne bei gesunder Wurzelhaut auch vollständig resorbiert werden können? Das ist aber ebenso falsch und abwegig, wie umgekehrt die Beteiligung der Pulpa an der Resorption daraus zu schließen, daß pulpentote Milchzähne nicht resorbiert, sondern in toto ausgestoßen würden, wie Port-Euler es beobachtet haben wollen. Jahn spricht von einer Substitution des Pulpagewebes durch das resorbierende Periodontium, die erst dann eintreten soll, wenn die Wurzelschale der Milchzahnpulpa zerstört ist und Resorptions- und Pulpagewebe in unmittelbare Verbindung miteinander treten. Meine Präparate haben dagegen gezeigt, daß bereits Resorptionsgewebe, Lakunen und in ihnen Riesenzellen in der Pulpa auftreten, bevor durch lakunäre Arrosion von seiten der Wurzelhaut zur Pulpa hin eine Perforation geschaffen wurde (Abb. 22). Außerdem sehe ich nicht ein, aus welchem Grunde erst an einer Stelle die Wurzelschale der Pulpa zerstört werden muß, wo ohnehin durch das Foramen apikale, das meistens durch die

Resorption noch stark erweitert ist, eine Verbindung besteht, von der aus die Substitution erfolgen könnte.

Wenn auch heute von den meisten Autoren die normale Resorption als das Produkt der gemeinsamen Tätigkeit von Zahnsäckchen, Wurzelhaut und Pulpa anerkannt wird, so wird doch vielfach die Bedeutung des Zahnmarkes dabei überschätzt und die Leistungsfähigkeit des jugendlichen Milchzahnperiodontiums, das ebenso wie die Milchzahnpulpa über erhöhte biologische Kräfte verfügt, nicht in ausreichendem Maße gewürdigt. Die Behauptung Kallhardts, daß auf der Höhe des Zahndurchbruches der Pulpa des Milchzahnes der Hauptanteil an der Resorption zukommt, ist unbegründet und falsch. Daraus ist auch seine Ansicht zu erklären, daß eine völlige Resorption des Milchzahnes bis zur Krone ohne Vitalität der Milchzahnpulpa und ohne ihre resorbierende Tätigkeit nicht denkbar sei. Den Gegenbeweis erbringen die Untersuchungen von Maagk mit zum Teil vollständigen Resorptionsergebnissen nach Pulpaamputation und meine Befunde an gangränösen Milchzähnen.

Ausgehend von der Bedeutung der Pulpa bei der Resorption spricht E. Wannenmacher von einer starken Verzögerung, praktisch gesehen nahezu Aufhebung der Resorption, wenn die Milchzahnpulpa nicht mehr vorhanden ist. Die extremste Ansicht wird von Port-Euler vertreten, indem sie behaupten, daß der Abbau der Wurzeln pulpentoter Milchzähne völlig sistiert und dieselben in toto als Fremdkörper ausgestoßen werden.

Rein klinisch betrachtet, muß man ihnen Recht geben, denn in der Praxis kommen dem Zahnarzt tatsächlich in erster Linie die Fälle stark gestörter oder zum Stillstand gekommener Resorption zur Beobachtung, die meist schon einen Durchbruch des Ersatzzahnes an falscher Stelle verursacht haben. Die Abstoßung der überwiegenden Zahl pulpentoter Milchzähne mit nur geringer Verzögerung geht aber in der üblichen natürlichen Weise ohne Mithilfe des Zahnarztes vor sich und kommt infolgedessen nicht zur Beobachtung oder wird nicht weiter beachtet. Port-Euler haben zwar richtig beobachtet, aber zu sehr verallgemeinert, wo es sich um Einzelerscheinungen oder Ausnah-

men handelt. Meine Präparate zeigen ganz eindeutig, daß durchaus nicht bei jedem pulpentoten Milchzahn die Resorption zum Stillstand gelangt, sondern oftmals recht intensiv, wenn auch anders als bei lebender Pulpa, weitergeht. Gewiß muß sich der Ausfall der inneren Resorption durch die Pulpa auf irgendeine Art auswirken, aber nicht immer und unbedingt in dem Maße, daß der Abbau gänzlich sistiert. Man muß nach den vorliegenden Ergebnissen Tholuck zustimmen, daß bei der Resorption pulpentoter Milchzähne nicht der Fortfall der Pulpa, sondern der Gesundheitszustand des Periodontiums den Ausschlag gibt.

Jahn sowie Tholuck weisen darauf hin, daß nach vorangegangener granulierender Periodontitis unvollständig resorbierte Milchzahnwurzeln längere Zeit im Kiefer stecken bleiben können und schließlich als Fremdkörper ausgestoßen werden.

Dazu sei erwähnt, daß derartige Zahnscherbchen, die man im Kiefer liegend oder neben bereits durchgebrochenen Milchzähnen vorfindet, durchaus nicht immer Reste pulpentoter und wurzelkranker Milchzähne zu sein brauchen. Es kommt nämlich beim normalen Resorptionsprozeß an vitalen Milchzähnen vor, daß bei besonders intensiver Abbautätigkeit in der Nähe der Gabelstelle der Wurzeln die apikalen Partien der Wurzeln von dem übrigen Zahn abgetrennt werden (Abb. 23). Derartig isolierte Zahnscherbchen der Milchmolaren, auch Zahnstiftchen genannt, können lange im Kiefer liegen bleiben, ohne daß sie völlig resorbiert werden (Abb. 24). Wenn sie dann nach einiger Zeit in der Schleimhaut neben den Prämolaren erscheinen, so können sie fälschlich für Reste einer infolge Pulpentod und Wurzelhauterkrankung des Milchzahnes nicht vollständig resorbierten Wurzel gehalten werden.

Ich fasse nochmals zusammen: Bleibt die Wurzelhaut trotz Nekrose der Pulpa gesund, so können wir mit einer vollständigen, wenn auch etwas verlangsamten Resorption der Wurzel des Milchzahnes rechnen. Stellen sich dagegen chronisch entzündliche Veränderungen im apikalen Paradentitium ein, so erfährt die Resorption eine weit stärkere Verzögerung, um beim Auftreten akut entzündlicher Erscheinungen und Eiterungen gänzlich aufzuhören.

Klinische Folgerungen aus den Untersuchungen.

Pulpitis und gangränöser Zerfall des Zahnmarkes der Milchzähne sind infolge der starken Verbreitung der Karies und ihres beschleunigten Verlaufes im temporären Gebiß, wo der Zerstörungsprozeß bei verhältnismäßig dünnerer Schmelzdentinschicht rascher an die Pulpa gelangt als bei bleibenden Zähnen, keine Seltenheit.

Welche Behandlungsmethoden sind nun von dem Zahnarzt einzuschlagen, um einen normal verlaufenden Zahnwechsel zu gewährleisten.

Als Therapie der Milchzahnpulpitis werden im Schrifttum sowohl die Amputation als auch die Exstirpation der Pulpa empfohlen, wovon die erstere sich bei einzelnen Autoren einer besonderen Beliebtheit erfreut. Hentze lehnt die Exstirpationsmethode völlig ab mit der Begründung, daß nach Füllung der Wurzelkanäle mit antiseptischen Pasten aller Art jegliche Resorption aufhöre. Er will deshalb nur die Amputation zur Anwendung kommen lassen. Damit scheint mir ihr Indikationsgebiet jedoch zu weit gesteckt zu sein. Es muß davor gewarnt werden, wahllos zu amputieren. Bei eitrigen und totalen Pulpitiden wird diese Methode zu Mißerfolgen führen müssen. Dagegen ist der Wert der Amputationsmethode bei gegebener Indikation, partielle coronale Entzündung und operative Freilegung der Pulpa, nicht zu unterschätzen. Es ist danach am ehesten mit der Gesunderhaltung des periapikalen Paradentiums zu rechnen. Die Resorption der Wurzeln pflegt deshalb auch fast immer vollständig mit geringer Verzögerung zu erfolgen. Es ist als ein Ausdruck der starken vitalen Reaktionskraft des Milchzahnperiodontiums anzusehen, wenn dasselbe in einzelnen Fällen nach Amputation der Pulpa die Foramina apikalia durch Bildung zementoiden Gewebes abschließt.

Bei Durchführung der Exstirpationsmethode und der darauf folgenden Füllung der Wurzelkanäle ist bei der Auswahl der hierbei zu verwendenden Pasten besondere Ueberlegung geboten. In erster Linie ist darauf zu achten, daß das Mittel resorbierbar sei und der Resorption nichts im Wege steht; außerdem darf es keinen starken chemi-

schen Reiz auf das periapikale Gewebe ausüben. Wurzelfüllungen in Form von Zementen, Metallstiften und Guttaperchaspitzen sind also hierfür ungeeignet. Zu empfehlen sind dagegen Paraffin und Walkhoffsche Jodoformpaste. Diese Mittel kommen den Forderungen des nicht zu starken chemischen Reizes und der leichten Resorbierbarkeit in jeder Weise nach. Ich verweise dabei auf die Arbeit von Freitag „Betrachtungen über die Beständigkeit der Wurzelfüllungen." Er zeigt darin an Hand von Röntgenbildern, daß bei Füllung der Wurzelkanäle mit Jodoform-Paste bereits nach $1^1/_2$ Jahren das untere Drittel des Kanalinhaltes und nach weiteren $1^1/_2$ Jahren die ganze Wurzelfüllung resorbiert oder aus dem Kanal herausgewaschen ist.

Die gewöhnliche Folge der nichtbehandelten Milchzahnpulpitis ist die Milchzahngangrän, die sich oftmals in überraschend kurzer Zeit innerhalb weniger Stunden aus der ersteren entwickeln kann. Die gangränösen Milchzähnen gegenüber einzuschlagende Therapie hängt im Einzelfalle vom Stand der Wurzelresorption ab, die im allgemeinen mit einiger Sicherheit durch das Alter des Kindes festgestellt werden kann und gegebenenfalls durch eine Röntgenaufnahme zu kontrollieren ist. Hat die klinische oder röntgenologische Untersuchung ergeben, daß der betreffende Milchzahn an und für sich nicht mehr lange Zeit im Munde als Platzhalter für seinen Nachfolger benötigt wird, oder daß derselbe infolge Resorptionsstörungen schon über das gewöhnliche Maß hinaus länger im Kiefer persistiert, so tritt die Extraktion in ihre Rechte; denn ein durch unvollständige Resorption seiner Wurzeln persistierender Milchzahn kann die richtige Einstellung seines Nachfolgers in der Zahnreihe verhindern, sodaß dieser z. B. palatinal oder lingual durchbricht. Manchmal sind es nur noch Wurzelreste der Milchzähne, die jeder Resorption trotzen. Sie können, von dem Ersatzzahn zur Seite gedrängt, neben diesem noch lange im Kiefer stehen bleiben und eine schädigende Wirkung auf das bleibende Gebiß entfalten.

Solche unresorbierten Reste können

1. Kontaktkaries ihres Nachfolgers oder Nachbarn verursachen. Die meisten Fälle früher Karies und frühen

Verlustes der Prämolaren sind wohl hierauf zurückzuführen.

2. Sie können Stellungsunregelmäßigkeiten des Ersatzzahnes bedingen.
3. Schädigungen im marginalen Paradentium des bleibenden Zahnes auslösen.
4. Es können durch sie Zahnfleischentzündungen und Dekubitalgeschwüre an der gegenüberliegenden Wangenschleimhaut hervorgerufen werden.

Die Entfernung solcher unresorbierten Milchzahnwurzeln ist dashalb mit besonderem Nachdruck zu fordern.

Wenn keine Gegenindikation in Form eines Verdachtes auf Fokalinfektion vorliegt und mit dem Ausfall des betreffenden Milchzahnes noch nicht so bald zu rechnen ist, so wird man auch bei gangränösen Milchzähnen hauptsächlich aus orthodontischen Erwägungen und mit Rücksicht auf die Erhaltung einer möglichst uneingeschränkten Kaufunktion die konservierende Therapie zur Anwendung kommen lassen. Dabei geht unser Bestreben darauf hinaus, durch Reinigung der Wurzelkanäle von putriden, hochinfektiösen Zerfallsprodukten und anschließende Wurzelfüllung wenigstens die dauernden neuen, akuten Infektionsreize vom Kanal aus auf das apikale Paradentium auszuschalten, die die Resorption nachteilig beeinflussen, unter Umständen sogar zum Stillstand bringen.

Häufig wird bei einer Milchzahngangrän die Wurzelhaut bereits, bevor die Behandlung einsetzte, chronisch erkrankt gewesen sein. Dann kann auch die Wurzelfüllung die Resorptionsstörungen nicht mehr völlig aufheben, sondern nur noch durch das Ausschalten der akuten Infektionsgefahr mildern. Es bedürfen daher alle gangränösen wurzelgefüllten Milchzähne in der Zeit des Zahnwechsels der ständigen Beobachtung und der Kontrolle durch Röntgenaufnahmen, um sie gegebenenfalls rechtzeitig zu entfernen.

Aber auch sonst, wenn noch keine Gangrän und keine Erkrankung der Wurzelhaut chronischen oder akuten Charakters vorlag, gelingt es mit den uns bis heute für die Pulpa- und Wurzelbehandlung der Milchzähne zu Gebote

stehenden Mittel nicht immer, das apikale Paradentium intakt und vollfunktionstüchtig zu erhalten.

Die Schwierigkeiten einer sicheren Diagnose der einzelnen Pulpitisformen, die psychische und motorische Unruhe des Kindes während der Behandlung, sowie die weite Kommunikation des Wurzelkanals mit dem Periodontium, da die Wurzeln sich meistens schon im Resorptionszustand befinden, gewährleisten keinen 100 % Erfolg. Es können sich trotz erfolgter Pulpa- oder Wurzelbehandlung chronisch entzündliche Veränderungen der Wurzelhaut und Resorptionsstörungen einstellen, die eine gewaltsame Entfernung des Zahnes z. Zt. des Zahnwechsels erforderlich machen.

Der gewissenhafte Zahnarzt sollte es deshalb nicht versäumen, bei der Durchführung solcher Maßnahmen den Eltern gegenüber auf die Möglichkeit etwaiger Resorptionsstörungen und auf die damit notwendig werdende Extraktion hinzuweisen, damit eine Stellungsanomalie des bleibenden Nachfolgers infolge Persistenz des Milchzahnes auf jeden Fall vermieden wird. Es wäre aber nicht zu verantworten, wegen der gelegentlich auftretenden Mißerfolge von Wurzelfüllungen grundsätzlich ganz abzusehen.

Angesichts der Resorptionsstörungen, die an pulpentoten Milchzähnen auftreten können und ihrer ungünstigen Auswirkungen auf das bleibende Gebiß, gewinnt die Kariesprophylaxe und die zahnärztliche Betreuung des Kleinkindes größte Bedeutung. Es muß leider festgestellt werden, daß immer noch viele Eltern der Pflege und Behandlung der Zähne ihrer Kleinsten nicht genügend Beachtung schenken, um durch rechtzeitige Beseitigung geringer kariöser Defekte den Zerfall der Milchzahnpulpa zu verhüten. Es ist die Pflicht eines jeden verantwortungsbewußten Zahnarztes, jede sich bietende Gelegenheit zu benutzen, durch Wort und Schrift aufklärend zu wirken und immer wieder darauf hinzuweisen, welche Gefahren dem kindlichen Organismus von pulpentoten Zähnen her drohen, deren eine neben vielen anderen auch die der Resorptionsstörungen der Milchzahnwurzeln ist.

Zusammenfassung.

1. Die gesunde Milchzahnpulpa ist an der Resorption der Wurzeln mitbeteiligt.
2. Auch der Schmelz der Milchzahnkrone kann resorbiert werden.
3. Die Resorption durch die Pulpa setzt bei gesunden Milchzähnen erst ein, wenn der Abbau durch das periapikale Gewebe in vollem Gange ist.
4. Die erkrankte Milchzahnpulpa resorbiert weiter und zeigt in ihren noch relativ gesunden Abschnitten verstärkte Abbautätigkeit.
5. Die Resorption der Milchzahnwurzel kann gelegentlich auch ohne Mitwirkung der Pulpa vor sich gehen.
6. Die Abbauvorgänge setzen sowohl bei lebender als auch bei toter Pulpa zuerst und am intensivsten an der Stelle der Milchzahnwurzel ein, die dem Zahnkeim am nächsten liegt.
7. Der Abbau ist bei toter Pulpa nicht immer völlig aufgehoben; doch ist das Resorptionstempo verlangsamt, da die Auflösung der Wurzeln nur an ihrer Außenfläche erfolgt.
8. Die Verzögerung des Auflösungsprozesses ist am geringsten, wenn die Wurzelhaut trotz Nekrose der Pulpa gesund bleibt.
9. Starke Störungen bzw. das Ausbleiben der Wurzelresorption hängen weniger von dem Fehlen der Pulpa ab, als vielmehr von Erkrankungen des periapikalen Paradentiums.
10. Auch bei chronischer Erkrankung der Wurzelhaut geht eine Resorption von statten (entzündliche Resorption an Stelle der physiologischen).
11. Die entzündliche Resorption vermag keine so starke Einschmelzung der Wurzel hervorzubringen wie der physiologische Prozeß.

12. Die Resorption ist nicht unbedingt an das Vorhandensein von Riesenzellen gebunden, sondern kann auch von anderen Zellen (Fibroblasten, Rundzellen) ausgeführt werden.
13. Beim Abbau der Milchzahnwurzel sind zwei Arten der Resorption zu unterscheiden, die lakunäre und die glatte Resorption.
14. Eine völlige Resorption der Wurzel bis zur Krone tritt bei bestehender chronischer apikaler Paradentitis gewöhnlich nicht ein.
15. Da es bei jedem pulpentoten Milchzahn auch zu Veränderungen des paradentalen Gewebes kommen kann, sind diese Zähne besonders klinisch und röntgenologisch zu überwachen, um ihre Extraktion zur rechten Zeit auszuführen.
16. Akut entzündliche Prozesse und Eiterungen im periapikalen Paradentium bewirken ein völliges Sistieren der Resorption.
17. Da dauernde neue akute Infektionsreize die Resorption durch akute Erkrankungen des Periodonts stören, ist Säuberung und Füllung des Milchzahnkanals erforderlich, um wenigstens die dauernde akute Gefahr zu beseitigen.
18. Kommt die Resorption einmal zum Stillstand, erfolgt sofort Zementapposition.
19. Bei Milchzahngangrän werden die Hartsubstanzen der Wurzeln zunächst von der Oberfläche her bis auf eine dünne Kanalwand resorbiert.
20. Wird im weiteren Verlauf des Abbaues die Wurzelschale doch an einer Stelle durchbrochen, ist meist wucherungsbereites Epithel zur Stelle, das die Lücke überbrückt, oder es wächst Granulationsgewebe in sie hinein, so daß der putride Kanalinhalt sich nicht hemmungslos in den Periodontalraum ergießt.
21. Vorliegende Ergebnisse führen zu der Erkenntnis, daß im kindlichen Kiefer z. Zt. des Zahnwechsels erhöhte biologische Kräfte wirksam sind.

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, Herrn Dozenten Dr. med. Dr. med. dent. E. Harndt für die Ueberlassung des Themas dieser Dissertation und für die freundlichen Anregungen zu seiner Bearbeitung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Adloff: Zur Theorie des Mechanismus des Zahnwechsels. Oesterr.-Ungar. Vierteljahresschr. f. Zahnheilk. 1904.

Bauer: Ueber apikale Milchzahnparadentitis und ihre Folgen für den Ersatzzahnkeim. Zschr. f. Stomat. 30. Jg. 1932, H. 12.

Bonnet: Beiträge zur Pathologie des Milchgebisses. Inaug.-Diss. Tübingen 1931.

Einmahl: Die Bedeutung der persistierenden Milchzähne für die Erklärung der Resorptionsvorgänge. Med. Diss. Bonn 1929/30.

Euler-Meyer: Pathologie der Zähne. München 1927.

Freitag: Betrachtungen über die Beständigkeit der Wurzelfüllungen. DZW. 1938.

Greve: Schädigungen bleibender Zähne durch das Milchgebiß. Z.R., 1924, H. 27.

Hentze: Die Behandlung der Milchzähne. Z. R. 1924, H. 43.

Jahn: Ueber Resorptionsvorgänge und ihre Folgeerscheinungen. Korrespondenzbl. f. Zahnärzte. 1938, H. 5.

Jalowicz: Die Behandlung der Milchzähne. Z. R. 1924, H. 46.

Jourdant: Ueber Störungen im Ablauf der zweiten Dentition. Früher und später Zahnwechsel im Lichte der Konstitution und Vererbung. Inaug.-Diss. Bonn 1935.

Kallhardt: Beiträge zum Durchbruch der bleibenden Zähne. Oesterr.-Ungar. Vierteljahresschr. f. Zahnheilk. 1904.

Kessler: Kinderzahnheilkunde. München 1936.

Koller: Störungen der Resorption an Milchzahnwurzeln. Med. Diss. Breslau 1923.

Kotanyi: Histologische Befunde an Milchzahnresten. Ztschr. f. Stomat. 1925, H. 6.

Kürer: Die Behandlung der Milchzähne. Berlin-Wien 1934.

Maagk: Ueber die Resorption von Milchzahnwurzeln nach Amputation. Korrespondenzbl. f. Zahnärzte, 1926, H. 8.

Meyer: Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. München 1932.

Münch: Die zahnärztliche Behandlung des Kindes. Leipzig 1938.

Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde.

Oppenheim: Histologische Befunde beim Zahnwechsel. Zeitschr. f. Stomat. 1922, H. 10.

Poth: Apikale Milchzahnparodontitis und Ersatzzahnkeim. D. Z. W. 1933, H. 53.

Reinke: Zur Pathohistologie der chronischen apikalen Paradentitis im Milchgebiß. Inaug.-Diss. Berlin 1940.

Tholuck: Die Behandlung der Milchzähne. Berlin 1929.

Voght: Ein Beitrag zur Frage der Milchzahnresorption. (Röntgenstudie). Inaug.-Diss. München 1936.

Wannenmacher, E.: Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde. Leipzig 1940.

Lebenslauf.

Am 6. März 1916 wurde ich in Dramburg i./Pom. geboren. Ich besuchte in meiner Heimatstadt die Grundschule und anschließend daselbst das Realgymnasium, an dem ich Ostern 1935 die Reifeprüfung bestand. Nachdem ich im Sommer desselben Jahres meiner Arbeitsdienstpflicht genügt hatte, wandte ich mich im Herbst 1935 dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität Berlin zu. Nach dem dritten Semester legte ich die zahnärztliche Vorprüfung ab. Im Anschluß an das siebente Studiensemester bestand ich am 6. Oktober das zahnärztliche Staatsexamen.